



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Estudio de las redes complejas

Descripción general (resumen y metodología):

Breve descripción del trabajo:

Las redes complejas describen una amplia gama de sistemas en la naturaleza y la sociedad. Ejemplos paradigmáticos incluyen la célula, una red de sustancias químicas unidas por reacciones químicas, o Internet, una red de routers y ordenadores conectados por enlaces físicos. Aunque estos sistemas se modelaban como grafos aleatorios, desde hace más de veinte años se sabe que la topología y evolución de las redes reales están gobernadas por principios organizativos robustos. En este TFG revisaremos los avances recientes en el campo de las redes complejas, enfocándonos en la mecánica estadística de la topología y la dinámica de las redes. Tras revisar los datos empíricos que motivaron el interés, aún en boga, en las redes, analizaremos los principales modelos y herramientas analíticas, incluyendo grafos aleatorios, redes de pequeño mundo y libres de escala, la teoría de la evolución de las redes, así como la interacción entre la topología y la robustez de las redes contra fallas y ataques.

Metodología:

Para abordar el estudio que aquí se propone, se hará uso tanto de simulaciones por ordenador como de herramientas analíticas proporcionadas por la mecánica estadística. Las simulaciones de los diferentes tipos de redes se realizarán a partir de métodos Monte Carlo. Desde el punto de vista analítico, se hará uso especialmente de la teoría de grafos con el fin de modelar las relaciones y estructuras dentro de las redes, incluyendo el análisis de caminos, centralidad, y la detección de comunidades.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

- Inicialmente se motivará el trabajo exponiendo la gran cantidad de sistemas que se pueden describir como una red, es decir, como un conjunto de elementos (nodos) unidos entre sí (a través de enlaces).
- Se comenzará estudiando la teoría de grafos aleatorios, haciendo especial hincapié en el modelo de Erdős-Renyi e introduciendo conceptos básicos como la distribución de grado o el coeficiente de agrupamiento.
- Seguidamente se estudiarán las propiedades de las redes de mundo pequeño (Small-World Networks), a través del modelo de Watts-Strogatz. En particular analizaremos la longitud de camino media, el coeficiente de agrupamiento, la distribución de grado y las propiedades espectrales.
- A continuación, abordaremos las redes libres de escala a través del modelo de Barabási-Albert, estudiando --además de las propiedades ya mencionadas para las redes de mundo pequeño-- las correlaciones del grado de los nodos.
- Para finalizar, y como objetivo más ambicioso, nos centraremos en la teoría de la evolución de redes, especialmente a partir del modelo de fijación preferencial, dado que es especialmente útil a la hora de describir multitud de sistemas reales.

Bibliografía básica:

1. Albert R. and Barabasi A.-L., Statistical mechanics of complex networks, Reviews of Modern Physics 74, 1 (2002)
2. Barabasi A.-L., Linked: The New Science of Networks, Perseus Publishing (2002)
3. Watts, Duncan J., Six Degrees: The Science of a Connected Age, W. W. Norton & Company (2003)
4. Bocaletti, S. et al, Complex networks: Structure and dynamics, Physics Reports 424 (2006)
5. van Steen, M., Graph Theory and Complex Networks: An Introduction, W. W. Norton & Company (2010)
6. Barabasi A.-L., Network Science, Cambridge University Press (2016)

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: CARLOS PÉREZ ESPIGARES

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: carlosperez@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: ENRIQUE JOSE PEINADO SANCHEZ

Correo electrónico: ejpeinado@correo.ugr.es